

Family list

No document found for JP47-010

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

特許公報

昭53-30688

⑬ Int.Cl.²
C 07 C 57/04
C 07 C 51/26
C 07 C 51/32

識別記号 ⑫日本分類
16 B 631.11

庁内整理番号 ⑭公告 昭和53年(1978) 8 月29 日
6742-43

発明の数 1

(全 8 頁)

1

2

⑮アクリル酸の製法

⑯代理人 弁理士 小林正雄

⑰特 願 昭46-92013
⑱出 願 昭46(1971)11月18日
公 開 昭47-10614
⑲昭47(1972)5月27日
優先権主張 ⑳1970年11月18日㉑西ドイツ国(DE)㉒P2056614.7
⑳発 明 者 リヒアルト・クラベッツ
ドイツ連邦共和国6719キルヒハイム・ウンテレル・ワルトウエーク8
同 カール・ハインツ・ウイレルジン
ドイツ連邦共和国6700ルードウィツヒスハーフェン・アン・デル・フロシュラツヘ3
同 ハインツ・エルゲルバッハ
ドイツ連邦共和国6703リムブルゲルホフ・クロプス・ブルクシュトラーセ23
同 ヘルマン・ウイスツーパー
ドイツ連邦共和国6800マンハイム・アルトハイメル・シュトラーセ4
同 ウルリッヒ・レーペルト
ドイツ連邦共和国6700ルードウィツヒスハーフェン・ボルジツヒシュトラーセ7
同 ヴルテル・フレイ
ドイツ連邦共和国6800マンハイム・アム・アウブツケル24
⑳出 願 人 バーディツシュ・アニリン・ウン
ト・ソーダ・フアブリク・アクチ
エンゲゼルシャフト
ドイツ連邦共和国6700ルード
ウィツヒスハーフェン・カール
ボツシューストラーセ38

㉓特許請求の範囲

1 直列の二つの反応段階において触媒の活性を、
5 それが反応管の入口から出口まで反応ガスの流れ
の方向に連続的に又は段階的に100%まで増大
するように変化させ、そして第2反応段階の出口
において得られる凝縮可能なガスを大部分除去し
た反応ガスを、不活性希釈ガスとしての水蒸気の
10 一部又は全部の代わりに第1反応段階に再供給す
ることを特徴とする、元素状酸素及び水蒸気含有
不活性希釈ガスを含有する混合ガスを用い、触媒
を装入した反応管中でプロピレンを本質的にアク
ロレインに酸化する第1段階及びアクロレインを
15 さらに酸化してアクリル酸とする第2段階におい
てプロピレンを酸化し、この際プロピレンの初期
濃度が出発混合ガスに対し2モル%を越え、そし
て両段階における空間負荷を各段階ごとに触媒1
ℓにつき毎時プロピレン60ℓより大きくするこ
20 とによる、アクリル酸の製法。

発明の詳細な説明

本発明は、酸化触媒を用いてプロピレンを、中
間段階としてのアクロレインを経て二段階で酸化
することによる、アクリル酸の製法に関する。
25 プロピレンを気相において酸素含有ガス及び水
蒸気の下に、高められた温度において固体触
媒上で2段階で酸化してアクリル酸とすることは
公知である。この際プロピレンは第1段階におい
て主としてアクロレインに酸化され、そして生成
30 した混合ガスはアクロレインを分離することなく、
第2段階における第2の触媒上でアクリル酸に酸
化される。

この際第1段階のためには、周期律表第Ⅳa～
Ⅶa族、第Ⅷ族ならびに第Ⅳb～Ⅶb族の元素を
含有する触媒系が提案された。これらの触媒系
の中でテルルを含有する触媒(2酸化テルルもしく
はテルル酸を含有する触媒又はこの種の触媒であ

3

つてビスマス又はアンチモン、場合により燐を含有するもの)が、この反応に普通に用いられる硝石浴反応器の比較的低い浴温度において、アクロレイン生成の特に高い選択性により優れている。この際モリブデン、タングステン及びテルルの酸化物又はコバルト、モリブデン及びテルルの酸化物を含有する触媒が用いられる。提案された他の触媒はたとえば鉄、錫、アンチモン及びバナジン、あるいはニッケル、コバルト、鉄、ビスマス、燐及びモリブデンを酸素のほかに含有し、場合により酸化サマリウム及び酸化タンタルが添加されている。プロピレンをアクロレインに酸化するための前記触媒系の製造及び使用についてはたとえばベルギー特許第705498号明細書に記載されている。

第2段階のためには同様に前記の群から選ばれた酸化触媒が好ましいが、アクロレインをさらに酸化してできるだけ完全にアクリル酸に変えるため、一般に周期律表第Ⅴa族及び第Ⅵa族の元素を用いず、特にセレン又はテルルは全く用いないか又はきわめて少量しか用いてはならないという点で制限を有する。公知の触媒はたとえばコバルト及びモリブデン又はモリブデン、タングステン及びバナジン、又は錫、アンチモン及びモリブデンを酸素のほかに含有する。

有利には酸素のほかにモリブデン、タングステンならびに鉄及び(又は)ニッケル及び(又は)マンガン及び(又は)銅及び場合によりバナジンを含有する触媒が用いられる。この触媒の製造及びアクロレインをアクリル酸に酸化するための使用については特許第666996号明細書及び特公昭48-19296号公報に記載されている。

前記文献の教えるところはすべて、最後に使用プロピレンに対する絶対収率ができるだけ高いアクリル酸に到達することを目ざしている。しかしこの方法を行なうために同様に重要な他の問題点は、十分な程度に考慮されてはいない。

最重要な問題点は空時収量及び得られる凝縮物中のアクリル酸の濃度である。工業的装置においては実験に際して高い空時収量及び高い濃度を得るために著しい困難を生じた。気相酸化によるアクリル酸合成の工業的1段法又は多段法によれば、1回の導通における高い変化率のために必要な局部的に生成する反応熱の迅速な除去は、きわめて

4

不経済な対策によりこの問題に立ち向う場合にのみ可能となる。たとえば狭い管断面を選ぶか又は低い温度、従つて低い触媒負荷及び管負荷(ガスの線速度)において操作し、さらに酸化すべきガスを多量(40容量%まで)の水蒸気を用いて希釈することにより、触媒上の爆発的燃焼又は少なくとも望ましくない副生物を生ずる過度の酸化から保護しなければならない。用いられたプロピレンに対し理論値の50%以上となる、比較的良好なアクリル酸の絶対収率を得ることができる。しかしこの収率に達するためには、低い空間負荷(高い滞留時間)で操作することを要し、かつ生成したアクリル酸はきわめて希薄な水溶液として得られるにすぎないので、不経済な高いエネルギー費及び投資額を必要とする。

技術的な改良は、これまで努力して得られた1回の導通において高い絶対収率を可能にする指針により、方法が全体として経済的となるように空時収量を高める方向に進んだ。本発明の目的は、前記のような過度の酸化を最低限度まで減少させ、かつ爆発的燃焼過程を確実に防止することのできる安全な酸化法を開発することであつた。

本発明者らは、直列の二つの反応段階において触媒の活性を、それが反応管の入口から出口まで反応ガスの流れの方向に連続的に又は段階的に100%まで増大するように変化させ、そして第2反応段階の出口において得られる凝縮可能なガスを大部分除去した反応廃ガスを、不活性希釈ガスとしての水蒸気の一部又は全部の代わりに第1反応段階に再供給することを特徴とする、元素状酸素及び水蒸気含有不活性希釈ガスを含有する混合ガスを用い、触媒を装入した反応管中でプロピレンを本質的にアクロレインに酸化する第1段階及びアクロレインをさらに酸化してアクリル酸とする第2段階においてプロピレンを酸化し、この際プロピレンの初期濃度が出発混合ガスに対し2モル%を超え、そして両段階における空間負荷を各段階ごとに触媒1ℓにつき毎時プロピレン60ℓより大きくすることによるアクリル酸の製法により、前記目的が達成されることを見出した。

この方法によれば、生成するアクリル酸があまりに多量の水で希釈されて得られることを防止することができ、従つて純アクリル酸を得るための仕上処理にはきわめてわずかな時間及びエネルギー

5

一の消費を必要とするにすぎない。もちろんこの種の方法に対しては、技術上の先入見に従う限り、活性触媒物質の希釈により絶対収率が著しく低下すると考えられた。しかし予想外にもそうはならない。本発明方法によればこの種の系の本質的に高い空間負荷が可能となり、すなわち導通量を危険なく著しく高めることができ、この際本発明方法においては従来と同じく用いられたプロピレンに対し約50%の絶対収率が得られる。

触媒を希釈することのさらに他の利点は、合成用蒸気を公知のように水蒸気に比して著しく小さい熱容量を有する返送反応ガスに置き換えることにより、過度の酸化及び局部的過熱の危険を防止しうることである。これにより本発明方法の経済性は従来法に比して著しく改善された。なぜならばこの第2の手段によりアクリル酸は凝縮物中に50重量%の濃度で得られるからである。

本発明方法は具体的には次のように行なわれる。まず出発混合物に対し2モル%を超えるプロピレン濃度を選び、そして毎時プロピレン60ℓを超える空間負荷において、特殊な触媒系とは無関係に80~85モル%を超えるプロピレンもしくはアクロレインの変化率のために必要な浴温を選ぶ。

この混合ガスを反応させるため、活性触媒物質を不活性材料を用いて希釈し、触媒の活性が低下するようにする。この際希釈は、活性が反応管の入口から出口まで絶えず又は階段的に100%まで増加するように行なう。しかし反応管の末端より前ですでに100%に達するようにすることが好ましい。この際好ましくは触媒物質の全量に対し5~50重量%の触媒物質が本発明の手段により希釈される。この場合特に工業上興味あるものは活性触媒物質の10~30重量%の希釈である。言い換えれば、反応管の半分以下の長さからのちに、触媒活性はすべに100%に達することが好ましい。希釈すべき部分における希釈の増加の程度はガスの線速度に依存する。ガスの線速度が高いほど、調節不可能な局部的温度上昇の発生を避けるため、反応管のはじめの部分において活性を著しく低下させなければならない。本発明によれば空の反応管につき60cm/秒を超えるガスの線速度において、希釈すべき層中の活性もしくは活性物質の割合が0から100%まで上昇すること

6

が好ましい。好ましくは活性物質の25~75%の希釈からはじめ、活性物質の割合を100%まで増大させる。希釈剤としては本反応において不活性であることを必要とし、少なくとも600℃、好ましくは700℃の温度まで熱安定性であり、できるだけ非多孔質の材料であつて、さらに反応条件下に触媒成分と化合物を形成しないものが用いられる。好適なものはたとえば高温で処理されたアルミニウム、ジルコニウム、チタン、マグネシウム又は珪素の酸化物、そのほか高温で溶融する珪酸塩及びアルモシリケート、電極黒鉛、セメント物質、高温で溶融する焼結材料、好ましくはステアタイト、 α -アルミナ又は炭化珪素である。

希釈は好ましくは触媒成形物と、同一又はほとんど同一寸法の不活性材料からの成形物との混合によるか、又は微粉末とした触媒材料及び不活性材料を混合し続いて成形することにより行なわれる。

第2反応段階の終りにて得られる、冷却によりアクリル酸、水蒸気及び他の凝縮可能な生成物を除去された反応ガスは、第1反応段階に入る大部分がプロピレン、空気及び場合により水蒸気から成る出発混合ガスに添加混合され、混合の手段もしくは量は返送される廃ガス中の未反応のプロピレン及び酸素を考慮して、第1触媒層への入口の前のプロピレン濃度が全混合ガスに対し2モル%以上、好ましくは4~8モル%となり、そしてプロピレン：酸素：水のモル比が1：1.5~4：0~3、好ましくは1：2~3：0~2となるように定められる。

本発明方法において好ましくは、第1段階においてモリブデン、タングステン及びテルルを酸素のほか含有し、モリブデン：タングステンの原子比が0.03~40：1、好ましくは0.2~25：1であり、そしてテルル含量が0.2~2重量%、好ましくは0.5~1.8重量%である触媒が用いられ、第2段階においてはモリブデン、タングステン及び鉄及び（又は）ニッケル及び（又は）マンガ及び（又は）銅を酸素のほか含有し、かつ場合によりバナジンを含有し、モリブデン：タングステン：鉄〔ニッケル、マンガ及び（又は）銅〕の原子比が1~20：0.01~10：1、好ましくは2~10：0.1~2：1、そしてモリブデン：

7

バナジンの比が6:6~0.2、好ましくは6:0.5~4である触媒が用いられる。本方法の第1及び第2段階のためさらに好適なものは、プロピレンのアクロレインへの酸化もしくはアクロレインのアクリル酸への酸化のための他の普通の触媒、たとえばドイツ特許第1924496号及び第200425号各公開公報、ベルギー特許第689720号、第746202号及び第738250号各明細書、公開されたオランダ特許出願第7011603号及び特公昭45-22525号公報に記載のものである。

本発明方法によれば各段階ごとに毎時触媒1ℓ当りプロピレン60ℓ以上、好ましくは100ℓ以上(ℓはいずれも標準状態)の高い管負荷及び空の反応管につき60cm/秒以上、好ましくは100cm/秒以上のガスの線速度において、80%以上特に85%以上の変化率ならびに用いられたプロピレンに対し45~50モル%のアクリル酸収率に相当する浴温度が可能となる。

例 1~9

下記例は、本発明方法により最初は著しく希釈された形で用いられ、次いで絶えず又は階段的に増加する濃度で用いられる触媒上に反応ガスを通す場合に、空時収量が希釈されない触媒を用いる場合よりも約2~3倍だけ高いことを示すもので、

8

例2と6は比較例である。この方法における煙道ガスもしくはその一部分の再供給(例9)及びこれに結びつく水蒸気の置換はもはや空時収量を高めることはないが、これに反して得られる水溶液中のアクリル酸濃度を2倍に高める。

実験は詳細には次のように行なわれた。プロピレン(98%)、空気、水蒸気及び場合により1酸化炭素1.8容量%を含有する窒素からの混合物を、2個の直列に連結された長さ4m及び直径25mmの管から成る2段式装置に通す。管は電気的に加熱しうる、攪拌される塩浴中にある。管に入るガスはそれぞれの場合に熱交換器を経てほとんど塩浴の温度に予熱もしくは冷却される。第2段階の200~300℃の熱い反応ガスは2段式急冷系中で、得られる凝縮物を用いて冷却される。第1段階にはモリブデン—タングステン—テルル触媒、第2段階にはモリブデン—タングステン—バナジン—鉄触媒が3×3mmの錠剤の形で装入されている。この装入物は入口層において直径3mmのステアタイト球を用いて希釈されている。

触媒量、希釈比、ガス量浴温及び第1段階に入るプロピレン(98%)の量に対して得られる変化率、アクリル酸収率、第2段階後の残留アクロレン収率、空時収量ならびに得られるアクリル酸の凝縮物中の濃度を、第1表に詳細に示す。

第 1 表

例	各管の触媒量 (ml)		ガス量 (ℓ/時)		浴温 (°C)		C ₃ H ₆ 変換率 (モル%)	収率 (モル%) アクリル酸 アクリン残り	空時収量 管当り1日 (g/管日)	凝縮物中のア クリル酸濃度 (重量%)
	管 1	管 2	C ₃ H ₆ 空気	H ₂ O N ₂ /CO	管1	管2				
1	400(活性物質 25容量%) 900("100")	500(活性物質 100容量%)	60 720	336 —	325	260	94	55 1.6	22	18~20
2	600("100")	300("100")	36 420	196 —	340	250	92	45 4	11	18~20
3	400("25") 900("100")	400("25") 400("100")	60 720	336 —	330	270	95	58 1.1	23	18~20
4	400("25") 1100("100")	400("25") 500("100")	90 1080	504 —	325	271	92	56 1.1	34	18~20
5	200("25") 150("33") 100("50") 1050("100")	400("25") 700("100")	1 20 1440	660 —	342	255	94	60 1.5	56	24.5
6	1000("100")	500("100")	60 720	336 —	340	250	88	30/40 3	12/18	18~20
7	"	"	1 20 1440	390 —	330	256	89	53 1.3	44	30
8	120("25") 210("33") 140("50") 1030("100")	120("25") 210("33") 140("50") 630("100")	1 20 1440	820 —	340	272	95	53 1.4	44	20.3
9	"	"	1 20 1440	147 824	335	272	92	53 1.5	44	43.6

11

実施例 10~17

公知の処方により製造された触媒の使用下に、
 毎時合計でプロピレン100容量部、酸素252
 容量部、水蒸気50容量部及び不活性ガス（少量
 の1酸化炭素のほか本質的に窒素）1728容量
 部から成る、新しいプロピレン、新しい空気及び
 循環ガスからの混合物を、直列に配置された2個
 の反応管中で、第2表に示す温度において2段階
 に酸化する。触媒の組成は第2表に示す。第1段
 の触媒は混合ガスの流れの方向に25%活性の
 0.091容量部、50%活性の0.12容量部及び

12

100%活性の0.91容量部から構成され、第2
 段の触媒は50%活性の0.091容量部及び100
 %活性の0.73容量部から構成される。触媒の活
 性は不活性物質（直径3mmのステアタイト球）を
 用いて希釈することにより所望の値に減少させる。
 触媒自体は3×3mmの錠剤として用いられる。循
 環ガスは第2段階の廃ガスから凝縮可能な反応生
 成物を實際上完全に洗浄除去したものである。

凝縮物中のアクリル酸の割合、アクリル酸収率、
 プロピレンの変化率及びアクリル酸の空時収量を
 第2表に示す。

第 2 表

実施例	燭	媒	第 1 段		第 2 段	浴 温 (°C) 媒溶物中の C ₃ H ₆ アクリル酸 空時収量 アクリル酸 変化率 収 率 管当り1日 1段 2段 (重量%) (モル%) (モル%) (アクリル酸重量部)				
			第 1 段	第 2 段		1段	2段	3段	4段	
10	30重量%のSiO ₂ 上 Mo ₁₀ Ni ₇₅ Cr ₁ Fe _{0.33} Bi _{0.33} Sn _{0.5} (DOS 2000425、実施例1)			Mo ₉ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許 第746202号)	362	260	52	91	52	4.0
11	"			Alベレット上 Mo ₁₂ V ₃₈ Sb ₁ (DOS 2038763 実施例1)	390	420	39	76	39	3.0
12	30重量%のSiO ₂ 上 Mo ₁₀ Ni ₇₅ Cr ₁ Fe _{0.33} Bi _{0.33} Ge ₁ (DOS 2000425、実施例6)			Mo ₉ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許 第746202号)	360	260	51	94	53	4.1
13	33%の珪酸アルミニウム上 Mo ₁₀ Ni ₄₀ Co _{0.33} Fe ₁ P ₁ Bi ₁ +1%Sm ₂ O ₃ (ベルギー特許第738250号、実施例1)			Mo ₉ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許 第746202号)	390	260	50	79	50	3.9
14	30%のSiO ₂ 上 Mo ₁₂ Ni ₁ Co ₃ Fe ₂ Bi ₁ P ₂ K _{0.2} (DOS 2020791、実施例1)			Mo ₉ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許 第746202号)	390	260	52	62	44	3.4
15	Mo ₇ Ni _{0.2} Cr ₂ Te _{0.35}			Mo ₉ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許 第746202号)	400	270	47	79	38	2.9
16	Mo ₄ W ₈ Te _{0.25} (英国特許第1243794号)			Mo ₉ W ₁ V _{1.5} Fe _{1.5} (ベルギー特許 第746202号)	365	250	53	94	54	4.2
17	"			Alベレット上 Mo ₁₂ V ₃₈ Sb ₁ (DOS 2038763 実施例1)	365	410	51	90	52	4.0

15

実施例11に対する比較実験

実施例10～17と同じ装置で操作し、ただし第1段にはドイツ特許第2000425号公開公報実施例1に記載の100%活性触媒1.12容量部を用い、第2段階にはドイツ特許第20387635号公開公報実施例1に記載の100%活性触媒0.91容量部を用いた。2個の直列に配置された反応管に、毎時プロピレン100容量部、空気

16

1200容量部及び水蒸気780容量部からの混合物を通す。管1のための浴温は362℃、管2のための浴温は410℃である。92モル%のプロピレン変化率、管当り1日にアクリル酸1.9重量部の空時収量及び用いられたプロピレンに対し25モル%のアクリル酸収率が得られる。アクリル酸は凝縮物中に14重量%の濃度で得られるにすぎない。

3.5 付近 (2 H、多重線)、3.8 付近 (1 H、多重線)、3.96 (3 H、一重線)、6.9~8.2 (4 H、多重線)、8.4 付近 (1 H、多重線)。

かくして得られた N-(2'-ヒドロキシ-5'-プロモベンチル)-2-メトキシ安息香酸アミド 2.5 g を実施例 1 の原料化合物の製法と同様に処理して 2-(2'-メトキシフェニル)-5-(3'-プロモプロピル)-4・5-ジヒドロオキサゾール塩酸塩 2.41 g を得る。融点 148~150℃。IR (KBr 錠剤, cm^{-1}) : 1650。NMR (DMSO, δ) : 2.0 付近 (4 H、多重線)、3.7 付近 (3 H、多重線)、4.06 (3 H、一重線)、4.30 (1 H、四重線, $J=10$ および 12 Hz)。5.45 (1 H、多重線)、7.0~8.1 (4 H、多重線)。

この塩酸塩から 2-(2'-メトキシフェニル)-5-(3'-プロモプロピル)-4・5-ジヒドロオキサゾールが油状物として得られる。IR (油状, cm^{-1}) : 1650。NMR (CDCl_3 , δ) : 2.0 付近 (4 H、多重線)、3.49 (2 H、三重線, $J=6$ Hz)、3.7~4.1 (1 H、多重線)、4.31 (1 H、四重線, $J=9.5$ および 14 Hz)、4.80 (1 H、多重線)、3.98 (3 H、一重線)、6.8~7.9 (4 H、多重線)。

実施例 6

2-(2'-メトキシフェニル)-5-(3'-ヨードプロピル)-4・5-ジヒドロオキサゾール 2.0 g を実施例 1 と同様に処理して N-(1'-エチル-2'-ピロリジニルメチル)-2-メトキシ安息香酸アミド 1.26 g が得られる。

原料化合物の 2-(2'-メトキシフェニル)-5-(3'-ヨードプロピル)-4・5-ジヒドロオキサゾールは次の如くして得られる。

N-(2'-テトラヒドロフラニルメチル)-2-メトキシ安息香酸アミド 0.47 g を実施例 3 の原料化合物の製法と同様に処理して N-(2'-ヒドロキシ-5'-ヨードベンチル)-2-メトキシ安息香酸アミド 0.56 g が油状物として得られる。IR (油状, cm^{-1}) : 3400、1640。NMR (CDCl_3 , δ) : 1.8 付近 (4 H、多重線)、3.20 (2 H、三重線, $J=6$ Hz)、3.54 (2 H、四重線, $J=3$ および 5.5 Hz)、3.8 付近 (1 H、多重線)、6.9~8.2 (4 H、多重線)、8.34 (1 H、多重線)。

次いで N-(2'-ヒドロキシ-5'-ヨードベンチル)-2-メトキシ安息香酸アミド 0.56 g を実施例 1 の原料化合物の製法と同様に処理して 2-(2'-メトキシフェニル)-5-(3'-ヨードプロピル)-4・5-ジヒドロオキサゾール塩酸塩 0.51 g が得られる。融点 142~144℃。IR (KBr 錠剤, cm^{-1}) : 1650。この塩酸塩から 2-(2'-メトキシフェニル)-5-(3'-ヨードプロピル)-4・5-ジヒドロオキサゾールが得られる。IR (油状, cm^{-1}) : 1650。NMR (CDCl_3 , δ) : 1.9 付近 (4 H、多重線)、3.63 (2 H、三重線, $J=6$ Hz)、3.7 付近 (1 H、多重線)、3.92 (3 H、一重線)、4.19 (1 H、四重線, $J=9$ および 14 Hz)、4.6 付近 (1 H、多重線)、6.8~7.8 (4 H、多重線)。』と補正する。

昭和 46 年特許願第 92013 号 (特公昭 53-30688 号、[JPC16B631.11]、(審) 昭 55-7133 号、昭 53. 8. 29 発行の特許公報 2(2)-34 [380] 号掲載) については特許法第 64 条の規定による補正があつたので下記のとおり掲載する。

特許第 1076474 号

Int. Cl.³

C 07 C 57/04
51/235
51/25

識別記号 庁内整理番号

7188-4H
7188-4H
7188-4H

記

1 「特許請求の範囲」の項を「1 直列の二つの反応段階において触媒の活性を、反応管の入口での

(21) (1)

25～75%から出口での10.0%まで反応ガスの流れの方向に連続的に又は段階的に増大するように変化させ、そして第2反応段階の出口において得られる凝縮可能なガスを大部分除去した主として窒素から成る反応ガスを、第1反応段階の入口でプロピレン濃度が4～8モル%にそしてプロピレン：酸素：水蒸気のモル比が1：2～3：0～2になるように、不活性希釈ガスとしての水蒸気の一部又は全部に代えて第1反応段階に再供給することとを特徴とする、元素状酸素及び水蒸気含有不活性希釈ガスを含有する混合ガスを用い、触媒を装入した反応管中で、プロピレンを本質的にアクロレインに酸化する第1段階及びアクロレインをさらに酸化してアクリル酸とする第2段階においてプロピレンを酸化し、この際プロピレンの初期濃度を出発混合ガスに対し2モル%より大となし、そして両段階における空間負荷を各段階ごとに触媒1ℓにつき毎時プロピレン60ℓより大となし、かつ酸素を空気の形で混合ガスに添加することによる、アクリル酸の製法。」と補正する。

2 「発明の詳細な説明」の項を「本発明は、酸化触媒を用いてプロピレンを、中間段階としてのアクロレインを経て二段階で酸化することによる、アクリル酸の製法に関する。

プロピレンを気相において酸素含有ガス及び水蒸気の下に、高められた温度において固体触媒上で2段階で酸化してアクリル酸とすることは公知である。この際プロピレンは第1段階において主としてアクロレインに酸化され、そして生成した混合ガスはアクロレインを分離することなく、第2段階における第2の触媒上でアクリル酸に酸化される。

この際第1段階のためには、周期律表第IV a～VI a族、第VIII族ならびに第IV b～VII b族の元素を含有する触媒系が提案された。これらの触媒系の中でテルルを含有する触媒（2酸化テルルもしくはテルル酸を含有する触媒又はこの種の触媒であつてビスマス又はアンチモン、場合により隣を含有するもの）が、この反応に普通に用いられる硝石浴反応器の比較的低い浴温度において、アクロレイン生成の特に高い選択性により優れている。この際モリブデン、タングステン及びテルルの酸化物又はコバルト、モリブデン及びテルルの酸化物を含有する触媒が用いられる。提案された他の触媒はたとえば鉄、錫、アンチモン及びバナジン、あるいはニッケル、コバルト、鉄、ビスマス、隣及びモリブデンを酸素のほかには含有し、場合により酸化サマリウム及び酸化タンタルが添加されている。プロピレンをアクロレインに酸化するための前記触媒系の製造及び使用についてはたとえばベルギー特許第705498号明細書に記載されている。

第2段階のためには同様に前記の群から選ばれる酸化触媒が好ましいが、アクロレインをさらに酸化してできるだけ完全にアクリル酸に変えるため、一般に周期律表第V a族及び第VI a族の元素を用いず、特にセレン又はテルルは全く用いないか又はきわめて少量しか用いてはならないという点で制限を有する。公知の触媒はたとえばコバルト及びモリブデン又はモリブデン、タングステン及びバナジン、又は錫、アンチモン及びモリブデンを酸素のほかには含有する。

有利には酸素のほかにはモリブデン、タングステンならびに鉄及び（又は）ニッケル及び（又は）マンガ及び（又は）銅及び場合によりバナジンを含有する触媒が用いられる。この触媒の製造及びアクロレインをアクリル酸に酸化するための使用については特許第666996号明細書及び特公昭48-19296号公報に記載されている。

前記文献の教えるところはすべて、最後に使用プロピレンに対する絶対収率ができるだけ高いアクリル酸に到達することを目ざしている。しかしこの方法を行なうために同様に重要な他の問題点は、十分な程度に考慮されてはいない。

最重要な問題点は空時収量及び得られる凝縮物中のアクリル酸の濃度である。工業的装置においては実験に際して高い空時収量及び高い濃度を得るために著しい困難を生じた。気相酸化によるアクリル酸合成の工業的1段法又は多段法によれば、1回の導通における高い変化率のために必要な局部的に生成する反応熱の迅速な除去は、きわめて不経済な対策によりこの問題に立ち向う場合のみ可能となる。たとえば狭い管断面を選ぶか又は低い温度、従つて低い触媒負荷及び管負荷（ガスの線速度）において操作し、さらに酸化すべきガスを多量（40容量%まで）の水蒸気を用いて希釈することにより、触媒上の爆発的燃焼又は少なくとも望ましくない副生物を生ずる過度の酸化から保護しなければならない。用いられたプロピレンに対し理論値の50%以上となる、比較的良好なアクリル酸の絶対収率を得ることができる。しかしこの収率に達するためには、低い空間負荷（高い滞留時間）で操作することを要し、

かつ生成したアクリル酸はきわめて希薄な水溶液として得られるにすぎないので、不経済な高いエネルギー費及び投資額を必要とする。

技術的な改良は、これまで努力して得られた1回の導通において高い絶対収率を可能にする指針により、方法が全体として経済的となるように空時収率を高める方向に進んだ。本発明の目的は、前記のような過度の酸化を最低限度まで減少させ、かつ爆発的燃焼過程を確実に防止することのできる安全な酸化法を開発することであつた。

本発明者らは、直列の二つの反応段階において触媒の活性を、反応管の入口での25～75%から出口での100%まで反応ガスの流れの方向に連続的に又は段階的に増大するように変化させ、そして第2反応段階の出口において得られる凝縮可能なガスを大部分除去した主として窒素から成る反応ガスを、第一段階の入口でプロピレン濃度が4～8モル%にそしてプロピレン：酸素：水蒸気のモル比が1：2～3：0～2になるように、不活性希釈ガスとしての水蒸気の一部もしくは全部に代えて第一反応段階に再供給することを特徴とする、元素状酸素及び水蒸気含有不活性希釈ガスを含有する混合ガスを用い、触媒を装入した反応管中で、プロピレンを本質的にアクロレインに酸化する第1段階及びアクロレインをさらに酸化してアクリル酸とする第2段階においてプロピレンを酸化し、この際プロピレンの初期濃度を出発混合ガスに対し2モル%より大となし、そして両段階における空間負荷を各段階ごとに触媒1ℓにつき毎時プロピレン60ℓより大となし、かつ酸素を空気の形で混合ガスに添加することによるアクリル酸の製法により、前記目的が達成されることを見出した。

この方法によれば、生成するアクリル酸があまりに多量の水で希釈されて得られることを防止することができ、従つて純アクリル酸を得るための仕上処理にはきわめてわずかな時間及びエネルギーの消費を必要とするにすぎない。もちろんこの種の方法に対しては、技術上の先入見に従う限り、活性触媒物質の希釈により絶対収率が著しく低下すると考えられた。しかし予想外にもそうはならない。本発明方法によればこの種の系の本質的に高い空間負荷が可能となり、すなわち導通量を危険なく著しく高めることができ、この際本発明方法においては従来と同じく用いられたプロピレンに対し約50%の絶対収率が得られる。

触媒を希釈することのさらに他の利点は、合成用蒸気を公知のように水蒸気に比して著しく小さい熱容量を有する返送反応ガスに置き換えることにより、過度の酸化及び局部的過熱の危険を防止しうることである。これにより本発明方法の経済性は従来法に比して著しく改善された。なぜならばこの第2の手段によりアクリル酸は凝縮物中に50重量%の濃度で得られるからである。

本発明方法は具体的には次のように行なわれる。まず出発混合物に対し2モル%を越えるプロピレン濃度を選び、そして毎時プロピレン60ℓを越える空間負荷において、特殊な触媒系とは無関係に80～85モル%を越えるプロピレンもしくはアクロレインの変換率のために必要な浴温を選ぶ。

この混合ガスを反応させるため、活性触媒物質を不活性材料を用いて希釈し、触媒の活性が低下するようにする。この際希釈は、活性が反応管の入口から出口まで絶えず又は段階的に100%まで増加するように行なう。しかし反応管の末端より前ですでに100%に達するようにすることが好ましい。この際好ましくは触媒物質の全量に対し5～50重量%の触媒物質が本発明の手段により希釈される。この場合特に工業上興味あるものは活性触媒物質の10～30重量%の希釈である。言い換えれば、反応管の半分以下の長さからのちに、触媒活性はすでに100%に達することが好ましい。希釈すべき部分における希釈の増加の程度はガスの線速度に依存する。ガスの線速度が高いほど、調節不可能な局部的温度上昇の発生を避けるため、反応管のはじめの部分において活性を著しく低下させなければならない。本発明によれば空の反応管につき好ましくは60cm/秒を越えるガスの線速度において、希釈すべき層中の活性物質の活性もしくは割合を次第に増大させることが必要で、反応管入口での活性物質の25～75%の希釈から、反応管出口では活性物質の割合が活性100%になるまで増大させる。希釈剤としては本反応において不活性であることを必要とし、少なくとも600℃、好ましくは700℃の温度まで熱安定性であり、できるだけ非多孔質の材料であつて、さらに反応条件下に触媒成分と化合物を形成しないものが用いられる。好適なものはたとえば高温で処理されたアルミニウム、ジルコニウム、チタン、マグネシウム又は珪素の酸化物、そのほか高温で溶融する珪酸塩及びアルモシリケート、電極黒鉛、セメント物質、高温で溶融する焼結材料、好ましくはステアタイト、α-アルミナ又は炭化珪

素である。

希釈は好ましくは触媒成形物と、同一又はほとんど同一寸法の不活性材料からの成形物との混合によるか、又は微粉末とした触媒材料及び不活性材料を混合し続いて成形することにより行なわれる。

第2反応段階の終りにおいて得られる、冷却によりアクリル酸、水蒸気及び他の凝縮可能な生成物を除去された反応ガスは、第1反応段階に入る大部分がプロピレン、空気及び場合により水蒸気から成る出発混合ガスに添加混合され、混合の手段もしくは量は返送される廃ガス中の未反応のプロピレン及び酸素を考慮して、第1触媒層への入口の前のプロピレン濃度が全混合ガスに対し4～8モル%となり、そしてプロピレン：酸素：水のモル比が1：2～3：0～2となるように定められる。

本発明方法において好ましくは、第1段階においてモリブデン、タングステン及びテルルを酸素のほか含有し、モリブデン：タングステンの原子比が0.03～40：1、好ましくは0.2～25：1であり、そしてテルル含量が0.2～2重量%、好ましくは0.5～1.8重量%である触媒が用いられ、第2段階においてはモリブデン、タングステン及び鉄及び（又は）ニッケル及び（又は）マンガン及び（又は）銅を酸素のほか含有し、かつ場合によりバナジンを含有し、モリブデン：タングステン：鉄〔ニッケル、マンガン及び（又は）銅〕の原子比が1～20：0.01～10：1、好ましくは2～10：0.1～2：1、そしてモリブデン：バナジンの比が6：6～0.2、好ましくは6：0.5～4である触媒が用いられる。本方法の第1及び第2段階のためさらに好適なものは、プロピレンのアクロレインへの酸化もしくはアクロレインのアクリル酸への酸化のための他の普通の触媒、たとえばドイツ特許第1924496号及び第200425号各公開公報、ベルギー特許第689720号、第746202号及び第738250号各明細書、公開されたオランダ特許出願第70.11603号及び特公昭45-22525号公報に記載のものである。

本発明方法によれば各段階ごとに毎時触媒1ℓ当りプロピレン60ℓ以上、好ましくは100ℓ以上（ℓはいずれも標準状態）の高い管負荷及び空の反応管につき60cm/秒以上、好ましくは100cm/秒以上のガスの線速度において、80%以上特に85%以上の変化率ならびに用いられたプロピレンに対し45～50モル%のアクリル酸収率に相当する浴温度が可能となる。

下記の例中、例1～8は比較例であり、例9～17は本発明の実施例である。

例 1～9

下記例は、本発明方法により最初は著しく希釈された形で用いられ、次いで絶えず又は階段的に増加する濃度で用いられる触媒上に反応ガスを通す場合に、空時収量が希釈されない触媒を用いる場合よりも約2～3倍だけ高いことを示すもので、例2と6は比較例である。この方法における煙道ガスもしくはその一部分の再供給（例9）及びこれに結びつく水蒸気の置換はもはや定時収量を高めることはないが、これに反して得られる水溶液中のアクリル酸濃度を2倍に高める。

実験は詳細には次のように行なわれた。プロピレン（98%）、空気、水蒸気及び場合により1酸化炭素1.8容量%を含有する窒素からの混合物を、2個の直列に連結された長さ4m及び直径25mmの管から成る2段式装置に通す。管は電氣的に加熱しうる、攪拌される塩浴中にある。管に入れるガスはそれぞれの場合に熱交換器を経てほとんど塩浴の温度に予熱もしくは冷却される。第2段階の200～300℃の熱い反応ガスは2段式急冷系中で、得られる凝縮物を用いて冷却される。第1段階にはモリブデン-タングステン-テルル触媒、第2段階にはモリブデン-タングステン-バナジン-鉄触媒が3×3mmの錠剤の形で装入されている。この装入物は入口層において直径3mmのステアタイト球を用いて希釈されている。

触媒量、希釈比、ガス量、浴温及び第1段階に入るプロピレン（98%）の量に対して得られる変化率、アクリル酸収率、第2段階後の残留アクロレン収率、空時収量ならびに得られるアクリル酸の凝縮物中の濃度を、第1表に詳細に示す。

第 1 表

例	各 管 の 触 媒 量 (ml)		ガ ス 量 (ℓ/時)			浴 温 (℃)		C ₃ H ₆ 変換率 (モル%)	収 率 (モル%)		空 時 取 量 管 当 り 1 日 (アクリル 酸kg)	凝 縮 物 中 の ア ク リ ル 酸 濃 度 (重 量 %)	
	管 1	管 2	C ₃ H ₆	空 気	H ₂ O	N ₂ /CO	管 1		管 2	アクリル酸			アクロレ イン残り
1	400 (活性物質 25容量%) 900 (活性物質 100容量%)	500 (活性物質 100容量%)	60	720	336	—	325	260	94	55	1.6	2.2	18~20
2	600 (活性物質 100容量%)	300 (活性物質 100容量%)	36	420	196	—	340	250	92	45	4	1.1	18~20
3	1000 (活性物質 100容量%)	500 (活性物質 100容量%)	60	720	336	—	340	250	88	30/40	3	1.2/1.8	18~20
4	400 (活性物質 25容量%) 900 (活性物質 100容量%)	400 (活性物質 25容量%) 400 (活性物質 100容量%)	60	720	336	—	330	270	95	58	1.1	2.3	18~20
5	400 (活性物質 25容量%) 1100 (活性物質 100容量%)	400 (活性物質 25容量%) 500 (活性物質 100容量%)	90	1080	504	—	325	271	92	56	1.1	3.4	18~20
6	200 (活性物質 25容量%) 150 (活性物質 33容量%) 100 (活性物質 50容量%) 1050 (活性物質 100容量%)	400 (活性物質 25容量%) 700 (活性物質 100容量%)	120	1440	660	—	342	255	94	60	1.5	5.6	24.5
7	"	"	120	1440	390	—	330	256	89	53	1.3	4.4	30
8	120 (活性物質 25容量%) 210 (活性物質 33容量%) 140 (活性物質 50容量%) 1030 (活性物質 100容量%)	120 (活性物質 25容量%) 210 (活性物質 33容量%) 140 (活性物質 50容量%) 630 (活性物質 100容量%)	120	1440	820	—	340	272	95	53	1.4	4.4	20.3
9	"	"	120	1440	147	824	335	272	92	53	1.5	4.4	43.6

例 10~17

公知の処方により製造された触媒の使用下に、毎時合計でプロピレン 100 容量部、酸素 252 容量部、水蒸気 50 容量部及び不活性ガス（少量の 1 酸化炭素のほか本質的に窒素）1728 容量部から成る、新しいプロピレン、新しい空気及び循環ガスからの混合物を、直列に配置された 2 個の反応管中で、第 2 表に示す温度において 2 段階に酸化する。触媒の組成は第 2 表に示す。第 1 段の触媒は混合ガスの流れの方向に 25% 活性の 0.091 容量部、50% 活性の 0.12 容量部及び 100% 活性の 0.91 容量部から構成され、第 2 段の触媒は 50% 活性の 0.091 容量部及び 100% 活性の 0.73 容量部から構成される。触媒の活性は不活性物質（直径 3 mm のステアタイト球）を用いて希釈することにより所望の値に減少させる。触媒自体は 3×3 mm の錠剤として用いられる。循環ガスは次 2 段階の廃ガスから凝縮可能な反応生成物を實際上完全に洗浄除去したものである。

凝縮物中のアクリル酸の割合、アクリル酸収率、プロピレンの変化率及びアクリル酸の空時収量を第 2 表に示す。

第 2 表

例	触媒	第 1 段	第 2 段	浴温 (°C)	凝縮物中の アクリル酸 (重量%)	C ₃ H ₆ 変換率 (モル%)	アクリル酸 収率 (モル%)	空時収量管当り 日 (アクリル酸重 量部)
10	30 重量%の SiO ₂ 上 Mo ₁₀ Ni _{7.5} Cr ₁ Fe _{0.33} Bi _{0.33} Sn _{0.5} (DOS 2000425、実施例1)		Mo ₈ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許第 746202号)	362 260	52	91	52	4.0
11	"		Al ベレツト上 Mo ₁₂ V _{3.8} Sb ₁ (DOS 2038763 実施例1)	390 420	39	76	39	3.0
12	30 重量%の SiO ₂ 上 Mo ₁₀ Ni _{7.5} Cr ₁ Fe _{0.33} Bi _{0.33} Ge ₁ (DOS 2000425、実施例6)		Mo ₈ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許第 746202号)	360 260	51	94	53	4.1
13	33%の珪酸アルミニウム上 Mo ₁₀ Ni ₁₀ Co _{0.3} Fe ₁ P ₁ Bi ₁ +1%Sm ₂ O ₃ (ベルギー特許第738250号、実施例1)		Mo ₈ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許第 746202号)	390 260	50	79	50	3.9
14	30%の SiO ₂ 上 Mo ₁₂ Ni ₁ Co ₃ Fe ₂ Bi ₁ P ₂ K _{0.2} (DOS 2020791、実施例1)		Mo ₈ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許第 746202号)	390 260	52	62	44	3.4
15	Mo ₇ Ni _{0.7} Cr ₂ Te _{0.35}		Mo ₈ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許第 746202号)	400 270	47	79	38	2.9
16	Mo ₄ W ₈ To _{0.25} (英国特許第1243794号)		Mo ₈ W ₁ V ₁ Fe _{1.5} (ベルギー特許第 746202号)	365 250	53	94	54	4.2
17	"		Al ベレツト上 Mo ₁₂ V _{3.8} Sb ₁ (DOS 2038763 実施例1)	365 410	51	90	52	4.0

例 11 に対する比較実験

例 10～17 と同じ装置で操作し、ただし第 1 段にはドイツ特許第 2000425 号公開公報実施例 1 に記載の 100% 活性触媒 1.12 容量部を用い、第 2 段階にはドイツ特許第 2038763 号公開公報実施例 1 に記載の 100% 活性触媒 0.91 容量部を用いた。2 個の直列に配置された反応管に、毎時プロピレン 100 容量部、空気 1200 容量部及び水蒸気 780 容量部からの混合物を通す。管 1 のための浴温は 362℃、管 2 のための浴温は 410℃である。92 モル% のプロピレン変化率、管当り 1 日にアクリル酸 1.9 重量部の空時収量及び用いられたプロピレンに対し 25 モル% のアクリル酸収率が得られる。アクリル酸は凝縮物中に 14 重量% の濃度で得られるにすぎない。」と補正する。

昭和 48 年特許願第 50848 号（特公昭 55-16584 号、~~審~~ 昭 53-8407 号、昭 55. 5. 2 発行の特許公報 3(2)-21〔21〕号掲載）については特許法第 64 条の規定による補正があったので下記のとおり掲載する。

特許第 1078059 号

Int. Cl.³
C 07 D 251/36

識別記号 庁内整理番号
7431-4C

記

1 「特許請求の範囲」の項を「1 第一水性媒質中 pH 1.5 乃至 3.5 で温度 5℃ 乃至 45℃ においてシアヌール酸を充分の塩素と次亜塩素酸ナトリウムおよび水酸化ナトリウムより成る群より選ばれたアルカリとで上記アルカリと上記シアヌール酸のモル比 1.90 : 1 乃至 2.1 : 1 において塩素化して固体ジクロロイソシアヌール酸を製造し、その固体ジクロロイソシアヌール酸を第一水性媒質より分離し、第二水性媒質中 pH 6 乃至 7 で温度 5℃ 乃至 65℃ において固体ジクロロイソシアヌール酸を水酸化ナトリウムで中和してジクロロイソシアヌール酸ナトリウム 2 水和物粒子を生成し、そのジクロロイソシアヌール酸ナトリウム 2 水和物粒子を第二水性媒質より分離し、第二水性媒質を塩素化工程に循環させ、かつ温度 15℃ 乃至 50℃ でジクロロイソシアヌール酸ナトリウム 2 水和物粒子を乾燥し、少なくとも非結合水の 95% を除去して本質的に塩化ナトリウムの混在しない流動性のよい粒状ジクロロイソシアヌール酸ナトリウム 2 水和物製品を製造することを特徴とする同じ水性媒質中で塩化ナトリウムの同時生成のないジクロロイソシアヌール酸ナトリウム 2 水和物の連続製造法。」と補正する。

2 第 4 欄 18 行「出来れば中和工程………使用する」を「塩素化工程に循環させる」と補正する。

3 第 5 欄 1 行～2 行「第二水性媒質………好ましい。」を削除する。

4 第 8 欄 6 行「実施態様」を「要旨および実施態様」と補正する。

5 第 8 欄 7 行～33 行「(1) 第一水性媒質中………循環させる方法。」を「(1) 特許請求の範囲記載の方法。」と補正する。

6 第 8 欄 34 行「(4)」を「(2)」と補正する。

7 第 8 欄 36 行「(5)」を「(3)」と補正する。

8 第 8 欄 42 行「(6)」を「(4)」と補正する。

9 第 9 欄 9 行～第 10 欄 2 行「(7) 本質的に………2 水和物」を削除する。